



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>F04B 43/09, 53/10, B64G 1/50</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 99/31388</b> (43) Date de publication internationale: 24 juin 1999 (24.06.99)
--	-----------	---

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/02722

(22) Date de dépôt international: 14 décembre 1998 (14.12.98)

(30) Données relatives à la priorité:  
97/15958 16 décembre 1997 (16.12.97) FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (CNES) [FR/FR]; 2, place Maurice Quentin, F-75039 Paris Cedex 01 (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): THOMIN, Georges [FR/FR]; 17, chemin As Blanc, F-31320 Rebigue (FR). LAFFETA, Guy [FR/FR]; 5, impasse Flandres-Dunkerque, F-31270 Cugnaux (FR). ANDUZE, Marc [FR/FR]; Route du Château d'Eau, F-31840 Aussonne Cedex 3579 (FR). CAEN, Robert [FR/FR]; 14, rue du canal Saint Martory, F-31270 Frouzins (FR). COLIN, Stéphane [FR/FR]; 30, chemin Flou de Rious, F-31400 Toulouse (FR). MARE, Jean-Charles [FR/FR]; En Gasquet, F-31450 Odars (FR).

(74) Mandataire: CABINET BARRE LAFORGUE &amp; ASSOCIES; 95, rue des Amidonniers, F-31000 Toulouse (FR).

(81) Etats désignés: US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: PUMP WITH POSITIVE DISPLACEMENT

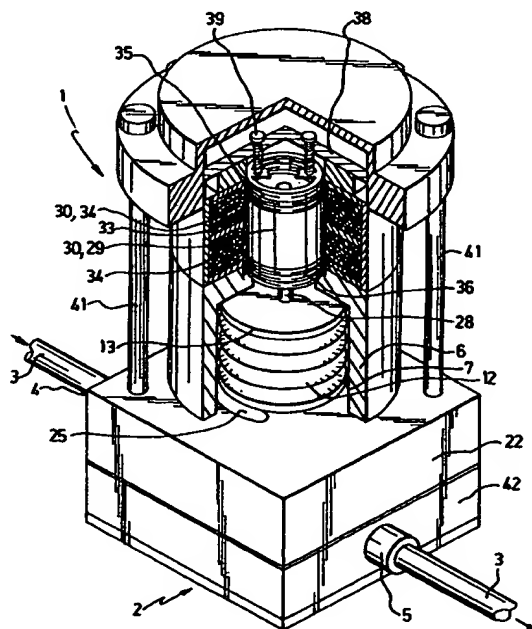
(54) Titre: POMPE A DEPLACEMENT POSITIF

## (57) Abstract

The invention concerns a pump with positive displacement for pumping and driving a liquid in a piping system (3) comprising a cylinder (6) containing a deformable pumping bellows (12) separating two pumping chambers, motoring means (34, 29) associated with the pumping member (12) and comprising an actuating member (29) inside the cylinder (6) connected to the pumping member (12), and coils (34) transmitting driving power to the actuator (29) from outside the cylinder (6) and a manifold valve (2) with vortex fluid diodes for controlling the global direction of the pumping and flow of the liquid in the piping system (3). The invention is applicable to a diphasic loop thermal monitoring device of a space system.

## (57) Abrégé

L'invention concerne une pompe à déplacement positif pour le pompage et l'entraînement d'un liquide dans une canalisation (3) comprenant un cylindre (6) renfermant un soufflet (12) de pompage déformable séparant deux chambres de pompage, des moyens moteurs (34, 29) associés à l'organe de pompage (12) et comprenant un organe actionneur (29) à l'intérieur du cylindre (6) relié à l'organe de pompage (12), et des bobines (34) de transmission d'énergie motrice à l'actionneur (29) depuis l'extérieur du cylindre (6), et un manifold (2) à diodes fluidiques vortex adapté pour contrôler le sens global de pompage et d'écoulement du liquide dans la canalisation (3). Application à un dispositif de contrôle thermique à boucle diphasique de système spatial.



# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

## POMPE A DEPLACEMENT POSITIF

L'invention concerne une pompe à déplacement positif pour le pompage et l'entraînement d'un liquide dans une canalisation.

5 Elle s'étend à un dispositif de contrôle thermique des composants d'un système spatial, tel qu'un satellite artificiel ou une station spatiale, de longue durée de vie.

Les systèmes spatiaux de longue durée de vie tels que les satellites commerciaux inhabités (de télécommunications, scientifiques, 10 d'observation...) ou les stations spatiales, notamment les stations orbitales, tendent à se multiplier considérablement. En conséquence, les contraintes de fabrication industrielle et de coût prennent une importance croissante, par rapport aux seules performances techniques.

En particulier, ces systèmes spatiaux incorporent des 15 composants -notamment électroniques- qui émettent de la chaleur et doivent être refroidis, et qui dissipent des puissances de plus en plus importantes (avec des densités de puissance évoluant conjointement), à maintenir dans des plages de températures de plus en plus resserrées. Les distances de transport entre source chaude et source froide augmentent également. Les moyens de contrôle thermique 20 passif classiques (notamment par conduction, rayonnement) s'avèrent donc insuffisants.

Lorsque l'utilisation de la conduction et du rayonnement thermique s'avère insuffisante, les dispositifs de contrôle thermique connus embarqués sur les satellites sont en général formés de caloducs. Les caloducs 25 présentent en effet l'avantage d'une fiabilité et d'une durée de vie plus grandes que celles des pompes mécaniques. Il est à noter en effet que dans un satellite, la durée de vie des équipements doit être assurée, avant le lancement, pour plusieurs années. Classiquement cette durée de vie doit être de l'ordre de 10 à 15 ans.

Les caloducs présentent néanmoins des inconvénients : pour

les tester au sol, il est nécessaire de placer avec une faible inclinaison ne correspondant pas nécessairement à la configuration de vol, ce qui nuit à la représentativité des tests ; ils nécessitent un dimensionnement sur mesure lors de l'intégration dans chaque système spatial ; leur rigidité est une contrainte qui pose  
5 des problèmes lors de l'intégration qui est parfois difficile, voire impossible ; ils sont très sensibles aux gaz incondensables qu'ils produisent, et leur efficacité et leurs caractéristiques sont fortement affectées par ces gaz incondensables ; ils présentent une faible capacité de transport de puissance thermique.

Outre les caloducs, on a aussi proposé des dispositifs de  
10 contrôle thermique comprenant une ou plusieurs boucle(s) de liquide caloporteur associée à un dispositif de pompage de type capillaire ou mécanique.

Les dispositifs de pompage de type capillaire ont une faible capacité de transport (débit et hauteur manométriques limités), notamment pour les essais au sol en présence de gravité ; sont complexes à amorcer ; tolèrent mal les  
15 modes de fonctionnement extrêmes (lorsque la puissance à transporter devient très faible ou en présence de gaz incondensables).

Des dispositifs de pompage mécaniques sous forme d'une pompe centrifuge ont été utilisés en pratique dans certaines missions habitées (navettes, capsules, stations...) pour le fonctionnement de boucles à liquide  
20 caloporteur monophasique.

Dans les très rares cas de missions non habitées où un pompage mécanique a été retenu, on a aussi opté pour une pompe centrifuge. Ainsi, la publication "Integrated Pump Assembly - An Active Cooling System for Mars Pathfinder Thermal Control" Gajanana C. Birar et al, SAE TECHNICAL PAPER  
25 SERIES 961489 pp1-8, 26th International Conference on Environmental Systems, Monterey, California, July 8-11, 1996, explique qu'une utilisation d'une pompe à déplacement positif a été rejetée, au bénéfice d'une pompe centrifuge, pour la boucle de contrôle thermique de la sonde martienne "Pathfinder". Cette sonde était qualifiée pour une durée de vie de quelques mois.

Par ailleurs, une pompe centrifuge n'est pas appropriée dans le cas d'une boucle à liquide diphasique pour un système spatial tel qu'un satellite commercial car elles présentent une consommation électrique importante, un encombrement important et sont d'un coût élevé.

5 Les pompes à déplacement positif (US-2797646, US-4585397, US-4421464) incorporent de nombreuses pièces mobiles en contact (pompes à organe de pompage à déplacement alternatif tel que piston ou organe déformable) dynamique sujettes à usure, notamment les valves d'entrée et de sortie du manifold et les pièces de transmission de mouvement à l'organe de pompage, et dont la durée de  
10 vie ne peut pas être déterminée au sol autrement que par des essais de durée de vie, généralement statistiques. Les performances de ce type de pompe varient aussi considérablement selon l'usure et se dégradent donc au cours du temps. De plus, ces pompes génèrent des contraintes importantes sur les matériaux et des vibrations et forces déséquilibrées.

15 En particulier, US-4421464 décrit une pompe pour le pompage d'hélium liquide comprenant un soufflet actionné par un moteur électromagnétique totalement immergé dans l'hélium liquide. La partie mobile de la pompe et du moteur étant reliée par des connexions électriques souples et les vannes étant des vannes à membrane, une telle pompe ne peut pas être qualifiée pour les  
20 applications spatiales de longue durée de vie. Par ailleurs, elle n'est pas applicable au pompage de fluides tels que les fluides caloporteurs (par exemple l'ammoniac) des boucles de contrôle thermique à fluide diphasique pour systèmes spatiaux avec lesquels les composants du moteur ne sont pas compatibles.

Ainsi, on considère jusqu'à maintenant que les pompes à  
25 déplacement positif ne peuvent pas être qualifiées pour les applications spatiales de longue durée de vie.

Par ailleurs, le pompage d'un fluide caloporteur de contrôle thermique -notamment dans une boucle à fluide diphasique- d'un système spatial impose des performances particulièrement sévères parmi lesquelles on peut citer :

une hauteur de pompage de plusieurs mètres, une résistance à une pression statique élevée (pouvant aller jusqu'à  $160.10^5$  Pa avec déformation permanente et  $80.10^5$  Pa sans déformation permanente), un débit de plusieurs grammes par seconde, une consommation énergétique et un encombrement réduits. En outre, il doit être possible de faire varier la puissance à transporter dans une large plage, et de réguler le débit aisément (c'est-à-dire à partir d'un système électronique simple, fiable et peu encombrant).

Ainsi, le générateur de pression hydrostatique décrit par US-3657930 dont l'organe de pompage est formé d'un cristal piézoélectrique ne répond pas à ces critères, l'amplitude de déplacement d'un tel organe de pompage n'étant pas suffisante. En outre, là encore, des connexions électriques flexibles doivent être prévues pour alimenter le cristal en énergie électrique à travers la paroi du cylindre, posant ainsi des problèmes de durée de vie. Egalement, US-3508848 décrit une pompe à membrane à simple effet comprenant des diodes fluidiques vortex et activée par un oscillateur pneumatique. Cette solution nécessite donc une source de pression alternative externe pneumatique et sur laquelle les problèmes de qualification et de durée de vie susmentionnés sont reportés, et ne permet pas d'atteindre les performances sus-indiquées.

En pratique, il n'existe donc pas de pompe mécanique pouvant être qualifiée pour une longue durée de vie, et adaptée pour pouvoir être intégrée dans un système spatial -notamment un satellite commercial inhabité ou une station spatiale- pour le pompage d'un fluide caloporteur de contrôle thermique, notamment dans une boucle à liquide diphasique.

En particulier, même si l'emploi de boucles de contrôle thermique à liquide diphasique est théoriquement possible dans les satellites commerciaux inhabités, leur mise en oeuvre pratique se heurte au fait qu'il n'existe pas de pompe qualifiée correspondante.

L'invention vise donc à pallier ces inconvénients et à proposer une pompe à déplacement positif adaptée pour pouvoir être intégrée dans un système

spatial tel qu'un satellite ou une station spatiale et dont la durée de vie dans l'espace peut être garantie au sol pour plusieurs années -notamment pour au moins dix ans-.

L'invention vise aussi à proposer une telle pompe plus particulièrement adaptée pour le pompage d'un liquide caloporteur de contrôle thermique, notamment un fluide caloporteur diphasique d'une boucle à fluide diphasique, par exemple l'ammoniac.

L'invention vise aussi en particulier à proposer une pompe permettant l'emploi de boucles de contrôle thermique à liquide diphasique dans les satellites commerciaux inhabités ou les stations spatiales.

L'invention vise ainsi plus particulièrement à proposer une telle pompe qui présente un encombrement et un poids réduits -notamment des dimensions de l'ordre du décimètre pour un poids de l'ordre du kilogramme- ; dont les caractéristiques de fonctionnement restent stables dans le temps ; qui fournit un débit unidirectionnel dont la valeur peut être aisément pilotée et peut atteindre plusieurs grammes par seconde ou plusieurs centimètres cubes par seconde, sans nécessiter une régulation électronique complexe ; qui fournit une hauteur de pompage pouvant aller jusqu'à plusieurs mètres ; qui résiste à une pression statique élevée (pouvant aller jusqu'à  $160.10^5$  Pa avec déformation permanente, et  $80.10^5$  Pa sans déformation permanente) ; qui présente une consommation énergétique faible -notamment inférieure à 15W- ; qui est de construction simple, robuste et peu coûteuse.

Pour ce faire, l'invention concerne une pompe à déplacement positif pour le pompage et l'entraînement d'un liquide dans une canalisation, comprenant :

. au moins un cylindre renfermant un soufflet de pompage déformable séparant deux chambres de pompage dans ce cylindre, l'une des chambres de pompage étant formée de l'intérieur du soufflet tandis que l'autre est formée à l'extérieur du soufflet, ce cylindre étant délimité par une paroi hermétiquement close à l'exception d'orifices d'entrée/sortie du liquide débouchant

dans chacune des chambres de pompage,

5 . des moyens moteurs associés au soufflet adaptés pour le déformer et le déplacer alternativement dans le cylindre, les volumes des deux chambres de pompage variant en opposition, ces moyens moteurs comprenant au moins un organe actionneur ferromagnétique et/ou aimanté disposé à l'intérieur du cylindre et relié au soufflet pour le déformer et le déplacer, et des moyens à bobinages, disposés à l'extérieure de la paroi du cylindre, de transmission d'énergie motrice électromagnétique par induction à cet organe actionneur depuis l'extérieur du cylindre, ces moyens de transmission d'énergie motrice étant exempts de pièce traversant la paroi du cylindre -notamment de pièce mobile entraînant une production de frottement solide dynamique-,  
10

15 . un manifold à diodes fluidiques de type vortex, exempt de valve à organe mobile, relié à la canalisation et aux orifices d'entrée/sortie, et adapté pour contrôler le sens global de pompage et d'écoulement du liquide dans la canalisation lors des déformations et déplacements alternatifs du soufflet dans le cylindre.

Dans tout le texte, on adopte la terminologie suivante :

- cylindre : toute enceinte délimitée par une paroi (en une ou plusieurs pièces), quelles que soient sa forme et ses dimensions,

20 - diode fluidique : tout dispositif pouvant être traversé par un liquide et présentant, du fait de sa conformation, une résistance à l'écoulement du liquide dans un sens qui est supérieure à la résistance à l'écoulement du liquide dans l'autre sens ; la diode fluidique est dite "passante" dans le sens où elle offre le moins de résistance ;

25 - frottement solide dynamique : frottement de contact entre au moins deux solides en mouvement l'un par rapport à l'autre,

- volumes variant en opposition : un volume augmente d'une valeur alors que l'autre diminue simultanément de la même valeur.

Avantageusement et selon l'invention, le soufflet de pompage



est formé d'une pièce d'un seul tenant déformable. Ce soufflet peut être métallique.

En outre, avantageusement et selon l'invention, l'organe actionneur est disposé dans un prolongement de la chambre de pompage disposée à l'extérieur du soufflet. Le soufflet peut être ou non symétrique de révolution autour  
5 de son axe principal.

Avantageusement et selon l'invention, l'organe actionneur comprend une pièce ferromagnétique et/ou aimantée, logée dans le cylindre -notamment dans un prolongement de l'une des deux chambres de pompage-, et qui est reliée par une tige à une paroi d'extrémité du soufflet de pompage, de sorte que  
10 cette pièce de l'organe actionneur et cette paroi d'extrémité sont solidaires en translation dans le cylindre. Ladite pièce, la tige et la paroi d'extrémité du soufflet sont entièrement logées dans le cylindre.

En outre, avantageusement et selon l'invention, les moyens moteurs sont adaptés pour commander l'organe de pompage à une fréquence  
15 comprise entre 1 Hz et 50 Hz, notamment entre 1 Hz et 10 Hz.

Par ailleurs, avantageusement et selon l'invention, la pompe comporte des moyens de guidage en translation de l'organe actionneur dans le cylindre, formés de lames flexibles dont la raideur axiale (c'est-à-dire selon l'axe d'expansion et de contraction du soufflet) est inférieure à celle du soufflet de  
20 pompage. Ces moyens de guidage sont aussi entièrement logés dans le cylindre, prennent appui sur la paroi du cylindre, et sont adaptés pour ne produire aucun frottement solide dynamique. Fonctionnant uniquement en flexion axiale, ils sont exempts de pièce mobile produisant un tel frottement solide dynamique.

Avantageusement et selon l'invention, le manifold comprend,  
25 interposée entre chaque chambre de pompage et une extrémité d'aspiration de la canalisation, une diode fluidique amont passante vers la chambre de pompage correspondante, et, interposée entre chaque chambre de pompage et une extrémité de refoulement de la canalisation, une diode fluidique aval passante vers l'extrémité de refoulement, de sorte que la pompe est du type à double effet.

Selon l'invention, les diodes fluidiques du manifold sont de type vortex, c'est-à-dire comprennent une cavité principale globalement symétrique de révolution, un premier orifice d'entrée débouchant axialement dans la cavité et un deuxième orifice de sortie débouchant tangentielllement dans la cavité.

5 Les diodes fluidiques vortex ne présentent aucun contact dynamique solide/solide, sont exemptes de pièce mobile et de portions déformables. Elles sont donc entièrement parfaitement statiques.

En outre, avantageusement et selon l'invention, le manifold comprend une cavité tampon amont recevant le liquide de l'extrémité d'aspiration de la canalisation, et une cavité tampon aval de laquelle le liquide est refoulé vers l'extrémité de refoulement de la canalisation, et les diodes fluidiques sont interposées entre ces cavités tampons et les orifices d'entrée/sortie dans les chambres de pompage. Ces cavités tampons permettent de lisser les éventuelles variations instantanées du débit global dans la canalisation.

15 L'invention s'étend en outre à un dispositif de contrôle thermique des composants d'un système spatial, tel qu'un satellite ou une station spatiale, comprenant une boucle de fluide caloporteur diphasique et au moins une pompe selon l'invention.

La pompe selon l'invention est totalement exempte de pièce mobile à contact solide/solide ou présentant un frottement solide dynamique. De la sorte, sa durée de vie peut être aisément déterminée au sol, notamment à partir d'essais accélérés, et cette durée de vie est importante, notamment de l'ordre de plusieurs années.

En outre, la pompe selon l'invention est avantageusement une pompe à soufflet à double effet fournissant un débit relativement régulier et avec peu de vibrations, dans laquelle le soufflet est soumis à des contraintes de pression équilibrées de part et d'autre de l'organe de pompage déformable, et présentant une faible consommation d'énergie. Ses caractéristiques restent constantes dans le temps.

Une pompe selon l'invention peut aisément être réalisée sous

une forme adaptée à son intégration dans un système spatial tel qu'un satellite commercial inhabité. Elle est extrêmement simple, peu encombrante et peu coûteuse. Elle présente des performances élevées compatibles avec celles des dispositifs de contrôle thermique tels que les boucles à fluide diphasique des systèmes spatiaux.

5 Une pompe selon l'invention est ainsi particulièrement bien adaptée pour le pompage du liquide d'une boucle de contrôle thermique à fluide caloporteur diphasique. En particulier, son débit peut être aisément piloté, par exemple par ajustement sur la fréquence de fonctionnement du soufflet. En outre, le débit réel délivré par la pompe varie peu en fonction des variations de pertes de  
10 charge dans la canalisation.

L'invention s'étend aussi à une pompe et à un dispositif de contrôle thermique caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention  
15 apparaîtront à la lecture de la description suivante qui se réfère aux figures annexées et dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective partiellement arrachée d'une pompe selon un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple non limitatif,
- 20 - la figure 2 est une vue schématique en coupe axiale de la pompe de la figure 1,
- la figure 3 est une vue schématique en coupe selon la ligne III-III de la figure 2,
- la figure 4 est une vue schématique en coupe selon la ligne  
25 IV-IV de la figure 2,
- la figure 5 est une vue schématique en coupe selon la ligne V-V de la figure 4 du manifold de la pompe de la figure 1,
- la figure 6 est une vue schématique de dessus de la figure 5,
- les figures 7 et 8 sont des schémas illustrant le

fonctionnement de l'organe déformable de pompage et des diodes fluidiques respectivement dans chaque sens de déplacement de l'organe déformable de pompage,

- la figure 9 est un schéma illustrant le principe d'un dispositif  
5 de contrôle thermique selon l'invention.

La pompe représentée sur les figures comprend un corps de pompe 1 et un manifold 2 interposés sur une canalisation 3. La pompe permet le pompage et l'entraînement d'un liquide dans la canalisation 3 qui est reliée au manifold 2 d'une part par une extrémité d'aspiration 4 par laquelle le liquide arrive  
10 au manifold 2, et d'autre part par une extrémité de refoulement 5 de laquelle le liquide sort sous pression du manifold 2.

Le corps de pompe 1 comprend un cylindre 6 délimité par une paroi 7 hermétiquement close à l'exception d'orifices 23, 25 d'entrée/sortie du liquide. Cette paroi 7 peut être formée d'une seule surface continue d'une seule pièce  
15 (par exemple issue de fonderie) ou comme dans l'exemple représenté, résulter de l'assemblage de plusieurs pièces les unes aux autres.

Le cylindre 6 renferme un soufflet 12 de pompage déformable disposé dans le cylindre 6 de façon à séparer deux chambres de pompage 10, 11 dans le cylindre 6, à savoir une chambre 10 extérieure au soufflet 12, et une chambre 11 à  
20 l'intérieur du soufflet 12. Le cylindre 6 et le soufflet 12 sont de préférence symétriques -notamment symétriques de révolution- par rapport à un même axe principal.

Le soufflet 12 est avantageusement métallique et constitué soit en une seule pièce usinée, soit d'un ensemble de rondelles Belleville identiques  
25 empilées les unes sur les autres co-axialement tête bêche et soudées bord à bord à l'intérieur et à l'extérieur. Le soufflet 12 comprend une pluralité de plis 18 et une paroi d'extrémité 13 qui vient coiffer le dernier pli. Par ailleurs, le soufflet 12 comprend une base 14 pour son montage sur la paroi 7 du cylindre 6, plus précisément sur une portion 15 de cette paroi 7 formant le fond du cylindre 6 orienté

du côté du manifold 2. La base 14 du soufflet 12 est en forme générale de collet, c'est-à-dire présente une couronne 16 soudée au premier pli ou le prolongeant, et une jupe 17 prolongeant axialement la couronne 16 à l'opposé des plis 18 du soufflet 12. Une plaque 19 de montage est associée à l'extrémité axiale de la jupe 17 par des vis  
5 20 radiales de montage de cette plaque 19 sur la jupe 17. La plaque de montage 19 est dotée d'un taraudage axial permettant de recevoir une vis 21 de fixation du soufflet 12.

Le corps de pompe 1 comprend une plaque de base 22 qui forme notamment le fond 15 du cylindre 6, et est dotée d'un logement de réception  
10 de la base 14 du soufflet 12. La vis 21 de fixation du soufflet 12 est engagée axialement dans un logement correspondant de la plaque de base 22, par le dessous, pour pouvoir être introduite dans le taraudage axial de la plaque 19 de montage, ce qui a pour effet de plaquer la couronne 16 contre le fond 15. Des joints d'étanchéité peuvent être prévus, si nécessaire, par exemple un joint spi entre la couronne 16 et le  
15 fond 15.

La jupe 17 et/ou la plaque de montage 19 comportent au moins une lumière 23 mettant en communication la chambre de pompage interne 11 du soufflet 12 avec une cavité en regard 24 ménagée dans la plaque de base 22. Par ailleurs, une lumière 25 est ménagée à l'extérieur du soufflet 12 à travers le fond 15  
20 pour mettre en communication la chambre de pompage externe 10 avec une cavité 26 en regard ménagée dans la plaque de base 22. La lumière 23 fait office d'orifice d'entrée/sortie du liquide débouchant dans la chambre de pompage interne 11. La lumière 25 fait office d'orifice d'entrée/sortie du liquide débouchant dans la chambre de pompage externe 10.

25 Le soufflet 12 peut comprendre par exemple entre cinq et cinquante plis -notamment entre dix et vingt plis-. Le nombre de plis 18 du soufflet 12 dépend de ces dimensions générales, de la gamme de débit que la pompe doit délivrer, et des caractéristiques du matériau utilisé. En particulier, il est à noter que plus le nombre de plis 18 est grand, moins élevées sont les contraintes de flexion

élastique subies par chaque pli 18 (pour une valeur de débit nominal et pour un encombrement déterminés). En fonction des caractéristiques du matériau utilisé, le nombre de plis 18 est déterminé pour que la contrainte subie par chaque pli 18 reste inférieure à la contrainte limite de fatigue. On s'assure ainsi qu'aucun phénomène de fatigue ne puisse intervenir et limiter la durée de vie de la pompe. Sur la figure 2, on a représenté un soufflet 12 ayant cinq plis 18 à titre d'exemple non limitatif.

La paroi d'extrémité 13 du soufflet 12 est reliée par une vis 27 à une tige 28 de commande qui se prolonge dans la chambre de pompage externe 10 et est fixée solidaire en translation d'un organe actionneur 29 d'un dispositif moteur 30 électromagnétique d'entraînement du soufflet 12. L'organe actionneur 29 est disposé dans un prolongement 31 axial de la chambre de pompage 10 externe. Ce prolongement 31 est, outre sa communication avec la portion de la chambre de pompage externe 10 entourant le soufflet 12 hermétiquement clos. L'organe actionneur 29 est formé d'au moins une pièce ferromagnétique et/ou aimantée 32, qui est fixée rigidement à la tige 28 de commande. Cette pièce 32 est de préférence symétrique de révolution autour de l'axe principal de la tige de commande 28, elle-même co-axiale avec l'axe principal de symétrie du soufflet 12. De même, le prolongement 31 de la chambre de pompage externe 10 est de préférence symétrique de révolution autour de l'axe principal de symétrie du cylindre 6. La pièce aimantée 32 s'étend radialement dans le prolongement 31 de la chambre 10 jusqu'à venir à proximité immédiate d'une portion 33 ferromagnétique de la paroi 7, de sorte qu'un entrefer de faible épaisseur radiale est ménagé entre cette portion 33 et la pièce 32.

A l'extérieur de la portion 33 de la paroi 7, c'est-à-dire à l'extérieur du cylindre 6, la pompe comprend deux bobinages 34 disposés et adaptés pour pouvoir commander les déplacements de la pièce aimantée 32 en translation axiale dans un sens, et, respectivement, dans l'autre sens. La pièce aimantée 32 constitue donc ainsi une armature mobile pour l'électro-aimant formé des bobinages 34 et de cette pièce 32. Ce faisant, on transmet une énergie électromagnétique par induction à travers la portion 33 de paroi 7, depuis les bobinages 34 extérieurs au

cylindre 6 jusqu'à la pièce aimantée 32 dans le cylindre 6, et ce sans aucune pièce mobile ou déformable traversant la paroi 7, et sans frottement solide dynamique.

L'organe actionneur 29 est guidé en translation axiale dans le prolongement 31 de la chambre 10, à l'intérieur du cylindre 6, par deux séries 35, 36 de lames flexibles associées à la tige de commande 28 et à la pièce 32 de chaque côté de cette pièce 32 à l'intérieur du prolongement 31 de la chambre 10. Ces lames flexibles 35, 36 sont adaptées pour maintenir constante l'épaisseur de l'entrefer entre la pièce 32 et la portion 33 de la paroi 7 en regard, tout en permettant les déplacements en translation axiale dans un sens et dans l'autre de la pièce 32 sous l'effet du champ magnétique créé par les bobinages 34. La raideur des lames flexibles 35, 36 selon la direction axiale est inférieure à celle du soufflet 12 selon cette même direction axiale de translation, de façon que toute l'énergie motrice soit utilisée pour mouvoir le soufflet 12. Chaque série 35, 36 de lames flexibles est quasiment indéformable selon la direction radiale. Pour ce faire, chaque série de lames flexibles 35, 36 est par exemple formée d'un empilage de couronnes métalliques reliées les unes aux autres deux à deux par deux zones de liaison diamétralement opposées. Les zones de liaison des couronnes deux à deux sont disposées selon des directions diamétrales successivement perpendiculaires les unes aux autres d'une extrémité axiale à l'autre de l'empilage ainsi formé.

L'empilage supérieur de lames flexibles 35 (à l'extrémité du corps de pompe 1 opposée au manifold 2) est fixé rigidement à un couvercle 38 du corps de pompe 1 grâce à des vis 39 parallèles à la direction axiale. De même, l'empilage inférieur de lames flexibles 36 (du côté du soufflet 12) est fixé à une plaque 40 solidaire du cylindre 6, par des vis 37 parallèles à la direction axiale.

Lorsque les bobinages 34 sont alimentés par une tension électrique alternative, l'organe actionneur 29 se déplace alternativement en translation axiale et entraîne ainsi en translation axiale alternative le soufflet 12 auquel il est relié.

Le couvercle 38, le cylindre 6 et la plaque de base 22 sont

assemblés rigidement les uns aux autres par une série de vis périphériques 41 engagées dans des taraudages de la plaque de base 22.

Les cavités 24, 26 dans lesquelles débouchent les orifices d'entrée/sortie 23, 25 sont prolongées en communication avec des logements  
5 complémentaires d'une plaque inférieure 42 constituant le manifold 2. La lumière 23 constituant l'orifice d'entrée/sortie débouchant dans la chambre de pompage 10 externe au soufflet 12 s'étend sur une portion de secteur autour du soufflet 12 de longueur suffisante pour que la section efficace de cette lumière 23 permette le passage du débit de liquide à véhiculer. Dans l'exemple représenté, cette lumière 23  
10 s'étend autour du soufflet 12 selon un arc définissant un secteur angulaire d'environ 90°. De même, la lumière 25 constituant l'orifice d'entrée/sortie communiquant avec la chambre de pompage interne 11 présente une section efficace correspondant au débit à véhiculer.

Chaque cavité 24, 26, c'est-à-dire chaque orifice d'entrée/sortie  
15 23, 25, est en communication avec deux diodes fluidiques 43, 44, respectivement 45, 46, à savoir une diode fluidique aval 43, 45, et une diode fluidique amont 44, 46, ces diodes fluidiques 43 à 46 étant formées dans la plaque 42 constituant le manifold 2.

Les diodes fluidiques aval sont interposées entre la cavité 24, 26 correspondante et l'extrémité 5 de refoulement de la canalisation 3, par  
20 l'intermédiaire d'une cavité tampon 47 aval. Les diodes fluidiques aval 43, 45 sont "passantes" depuis la cavité 24, 26 correspondante vers la cavité tampon 47, c'est-à-dire sont "passantes" dans le sens d'écoulement du liquide vers l'extrémité de refoulement 5. Dans le sens opposé, les diodes fluidiques aval 43, 45 sont "résistantes". Autrement dit, les diodes fluidiques 43, 45 laissent librement s'écouler  
25 le liquide dans le sens aval vers l'extrémité de refoulement 5, et bloquent au contraire l'écoulement du liquide en sens opposé, c'est-à-dire en provenance de l'extrémité de refoulement 5.

Les diodes fluidiques amont 44, 46 sont interposées, par l'intermédiaire d'une cavité tampon amont 48, entre l'extrémité d'aspiration 4 de la



canalisation 3 et chacune des cavités 24, 26, c'est-à-dire chacun des orifices d'entrée/sortie 23, 25 dans les chambres de pompage 10, 11. Là encore, les diodes fluidiques amont 44, 46 sont passantes dans le sens d'écoulement du liquide dans la canalisation 3, c'est-à-dire depuis l'extrémité d'aspiration 4 vers les cavités 24, 26, et  
5 sont au contraire résistantes dans le sens opposé.

Les diodes fluidiques 43 à 46 sont des diodes de type vortex, à savoir qu'elles sont formées d'une cavité principale cylindrique de révolution, d'un canal d'entrée co-axial à la cavité cylindrique et débouchant au centre du fond de cette cavité cylindrique, et d'un canal de sortie communiquant et débouchant  
10 tangentiuellement dans la cavité cylindrique. Lorsque le liquide s'écoule du canal d'entrée vers le canal de sortie, la diode est passante, c'est-à-dire offre une moindre résistance. Au contraire, si le liquide tend à s'écouler en sens opposé, c'est-à-dire du canal de sortie vers le canal d'entrée, celui-ci est astreint à former un vortex au sein de la cavité principale créant ainsi une perte de charge et une résistance diminuant  
15 fortement, et limitant l'écoulement du liquide dans ce sens.

Par exemple, la diode amont 46 présente un canal d'entrée 49 débouchant dans la cavité tampon amont 48 et un canal de sortie 50 débouchant dans la cavité 26 communiquant avec l'orifice d'entrée/sortie 25 de la chambre de pompage externe 10. De même, la diode fluidique amont 44 comprend un canal  
20 d'entrée communiquant avec la cavité tampon amont 48, et un canal de sortie débouchant dans la cavité 24 communiquant avec l'orifice d'entrée/sortie 23 de la chambre de pompage interne 11. Ces diodes amont 44, 46 sont formées en creux dans la face supérieure de la plaque 42.

Les diodes fluidiques aval 43, 45 sont formées à l'inverse en  
25 creux par rapport à la face inférieure de la plaque 42 formant le manifold 2. La diode fluidique aval 45 présente canal d'entrée 51 débouchant dans la cavité 26 communiquant avec l'orifice d'entrée/sortie 25 de la chambre de pompage externe 10, et un canal de sortie 52 débouchant dans la cavité tampon aval 47. Il en va de même de la diode fluidique aval 43, dont le canal d'entrée débouche dans la cavité

24 communiquant avec l'orifice d'entrée/sortie 23 de la chambre de pompage interne 11, et dont le canal de sortie débouche dans la cavité tampon aval 47.

La plaque 42 est fixée par des vis 53 sur la plaque de base 22. Un fond 54 recouvre la face inférieure de la plaque 42 pour refermer les cavités  
5 tampons 47, 48 et les diodes fluidiques aval 43, 45.

La figure 7 représente le fonctionnement du manifold lors de l'expansion du soufflet 12, la chambre de pompage externe 10 diminuant de volume tandis que la chambre de pompage interne 11 augmente de volume. Comme on le voit, le liquide est pompé depuis l'extrémité d'aspiration 4 dans la cavité tampon  
10 amont 48, et par la diode fluidique amont 44 qui est passante dans la chambre de pompage interne 11 dont le volume augmente. Au contraire, la diode fluidique aval 43 reliée à la chambre de pompage interne 11 empêche le retour du liquide depuis la cavité tampon aval 47 dans cette chambre 11. Le liquide présent dans la chambre de pompage externe 10 est refoulé par la diode fluidique aval 45 qui est passante dans  
15 la cavité tampon aval 47, puis dans l'extrémité de refoulement de la canalisation 3. Au contraire, la diode fluidique amont 46 empêche le retour du liquide depuis la chambre 10 vers la cavité tampon amont 48.

La figure 8 représente la position opposée, correspondant à la contraction du soufflet 12, la chambre interne 11 diminuant de volume, tandis que la  
20 chambre externe 10 augmente de volume. Les diodes fluidiques 44, 45 sont résistantes alors que les diodes fluidiques 43, 46 sont passantes.

Comme on le voit, la pompe selon l'invention est une pompe monocylindre à soufflet unique 12 de pompage à double effet, et comprenant un manifold 2 à quatre diodes fluidiques.

25 L'invention peut faire l'objet de nombreuses variantes par rapport au mode de réalisation représenté sur les figures. Il est à noter en particulier que la pompe représentée sur les figures n'a pas été optimisée en vue de son intégration sur un satellite. Il s'agit plutôt d'un dispositif expérimental permettant d'évaluer et d'ajuster les différentes caractéristiques et performances de la pompe

selon l'invention. En pratique, pour réaliser une pompe intégrable dans un satellite, il n'est pas nécessaire de prévoir qu'elle soit démontable, de sorte que le nombre de pièces peut être considérablement réduit. Par exemple, le soufflet 12 peut être purement et simplement soudé sur le fond du cylindre 6, et l'ensemble du corps de pompe peut être formé en une seule pièce ultérieurement soudée sur la plaque de base 22, elle-même formée d'une seule pièce avec la plaque 42 et plus généralement avec le manifold 2.

Pour ajuster le débit fourni par la pompe dans la canalisation 3, il suffit de faire varier la fréquence des mouvements du soufflet en pilotant la fréquence de la tension électrique qui alimente les bobinages 34.

La pompe selon l'invention est plus particulièrement applicable à une boucle de contrôle thermique à fluide caloporteur diphasique tel que de l'ammoniac. Le liquide pompé dans la canalisation 3 est alors un fluide caloporteur diphasique de cette boucle. Une telle boucle de contrôle thermique à liquide diphasique est connue en elle-même (cf. par exemple, Architecture Mécanique et Thermique "Cours de technologie spatiale", Toulouse, Cépaduès Editions, 1994, pp 437-453). Plus généralement, la pompe et la boucle de contrôle thermique à liquide diphasique selon l'invention sont applicables dans tout système spatial à longue durée de vie (satellite commercial inhabité, de télécommunication ou autre, station spatiale...).

#### EXEMPLE :

Un prototype de pompe selon l'invention a été réalisé avec les dimensions et les caractéristiques suivantes :

Diamètre : 92mm, longueur : 220mm ; consommation électrique : 15W ; remontée de pression :  $3.10^4$  Pa, soit une hauteur de pompage de l'ordre de 3m.

Sa durée de vie, de 10 à 15 ans, peut être démontrée par des essais au sol accélérés sur une durée de l'ordre d'un an, complétés par des analyses théoriques.

Une pompe selon l'invention peut être qualifiée pour être embarquée dans un système spatial et est adaptée pour le pompage du fluide diphasique d'une boucle de contrôle thermique à fluide diphasique.

La figure 9 représente un exemple de dispositif de contrôle thermique selon l'invention comprenant une boucle 60 de contrôle thermique à liquide diphasique tel que de l'ammoniac, délivré à partir d'un réservoir 61 pressuriseur diphasique dont la sortie 62 est reliée à une conduite 63 connectée à une pompe 64 selon l'invention. Dans cette conduite 63, le fluide est monophasique liquide. La pompe 64 délivre le fluide à l'état liquide sous pression à un groupe évaporateur 65 adapté pour recueillir la puissance thermique (calories) dégagée par des composants exothermiques 66 (par exemple des circuits électroniques) du système spatial. A la sortie du groupe évaporateur 65, le fluide est amené à l'état diphasique liquide/gaz, selon la puissance absorbée, dans une conduite 67 reliée à un groupe de condenseurs 68 fournissant le fluide à l'état liquide dans la conduite 63 à l'amont de la sortie 62 du réservoir 61, en extrayant la puissance thermique vers une source froide.

## REVENDICATIONS

1/ - Pompe à déplacement positif pour le pompage et l'entraînement d'un liquide dans une canalisation (3), comprenant :

5 . au moins un cylindre (6) renfermant un soufflet (12) de pompage déformable séparant deux chambres de pompage (10, 11) dans ce cylindre (6), l'une (11) des chambres de pompage étant formée de l'intérieur du soufflet (12) tandis que l'autre (10) est formée à l'extérieur du soufflet (12), ce cylindre (6) étant délimité par une paroi (7) hermétiquement close à l'exception d'orifices d'entrée/sortie (23, 25) du liquide débouchant dans chacune des chambres de pompage (10, 11),

10 . des moyens (30) moteurs associés au soufflet (12) adaptés pour le déformer et le déplacer alternativement dans le cylindre (6), les volumes des deux chambres de pompage (10, 11) variant en opposition, ces moyens (30) moteurs comprenant au moins un organe actionneur (29) ferromagnétique et/ou aimanté  
15 disposé à l'intérieur du cylindre (6) et relié au soufflet (12) pour le déformer et le déplacer, et des moyens (34) à bobinages, disposés à l'extérieure de la paroi (7) du cylindre (6), de transmission d'énergie motrice électromagnétique par induction à cet organe actionneur (29) depuis l'extérieur du cylindre (6), ces moyens (34) de transmission d'énergie motrice étant exempts de pièce traversant la paroi (7) du  
20 cylindre (6),

25 . un manifold (2) à diodes fluidiques (43, 44, 45, 46) de type vortex, exempt de valve à organe mobile, relié à la canalisation (3) et aux orifices d'entrée/sortie (23, 25), et adapté pour contrôler le sens global de pompage et d'écoulement du liquide dans la canalisation (3) lors des déformations et déplacements alternatifs du soufflet (12) dans le cylindre (6).

2/ - Pompe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le soufflet (12) est métallique.

3/ - Pompe selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que l'organe actionneur (29) est disposé dans un prolongement (31) de la

chambre de pompage (10) disposée à l'extérieur du soufflet (12).

4/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'organe actionneur (29) comprend une pièce (32) ferromagnétique et/ou aimantée, logée dans le cylindre (6), et reliée par une tige (28) à une paroi d'extrémité (13) du soufflet (12), de sorte que cette pièce (32) de l'organe actionneur (29) et cette paroi d'extrémité (13) sont solidaires en translation dans le cylindre (6).

5/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens (35, 36) de guidage en translation de l'organe actionneur (29) dans le cylindre (6), formés de lames flexibles dont la raideur axiale est inférieure à celle du soufflet (12).

6/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le manifold (2) comprend, interposée entre chaque chambre de pompage (10, 11) et une extrémité d'aspiration (4) de la canalisation (3), une diode fluidique amont (46, 44) passante vers la chambre de pompage (10, 11) correspondante, et, interposée entre chaque chambre de pompage (10, 11) et une extrémité de refoulement (5) de la canalisation (3), une diode fluidique aval (45, 43) passante vers l'extrémité de refoulement (5), de sorte que la pompe est du type à double effet.

7/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le manifold (2) comprend une cavité tampon amont (48) recevant le liquide d'une extrémité d'aspiration (4) de la canalisation (3) et une cavité tampon aval (47) de laquelle le liquide est refoulé vers une extrémité de refoulement (5) de la canalisation (3), et en ce que les diodes fluidiques (43, 44, 45, 46) sont interposées entre ces cavités tampons (47, 48) et les orifices d'entrée/sortie (23, 25) dans les chambres de pompage (10, 11).

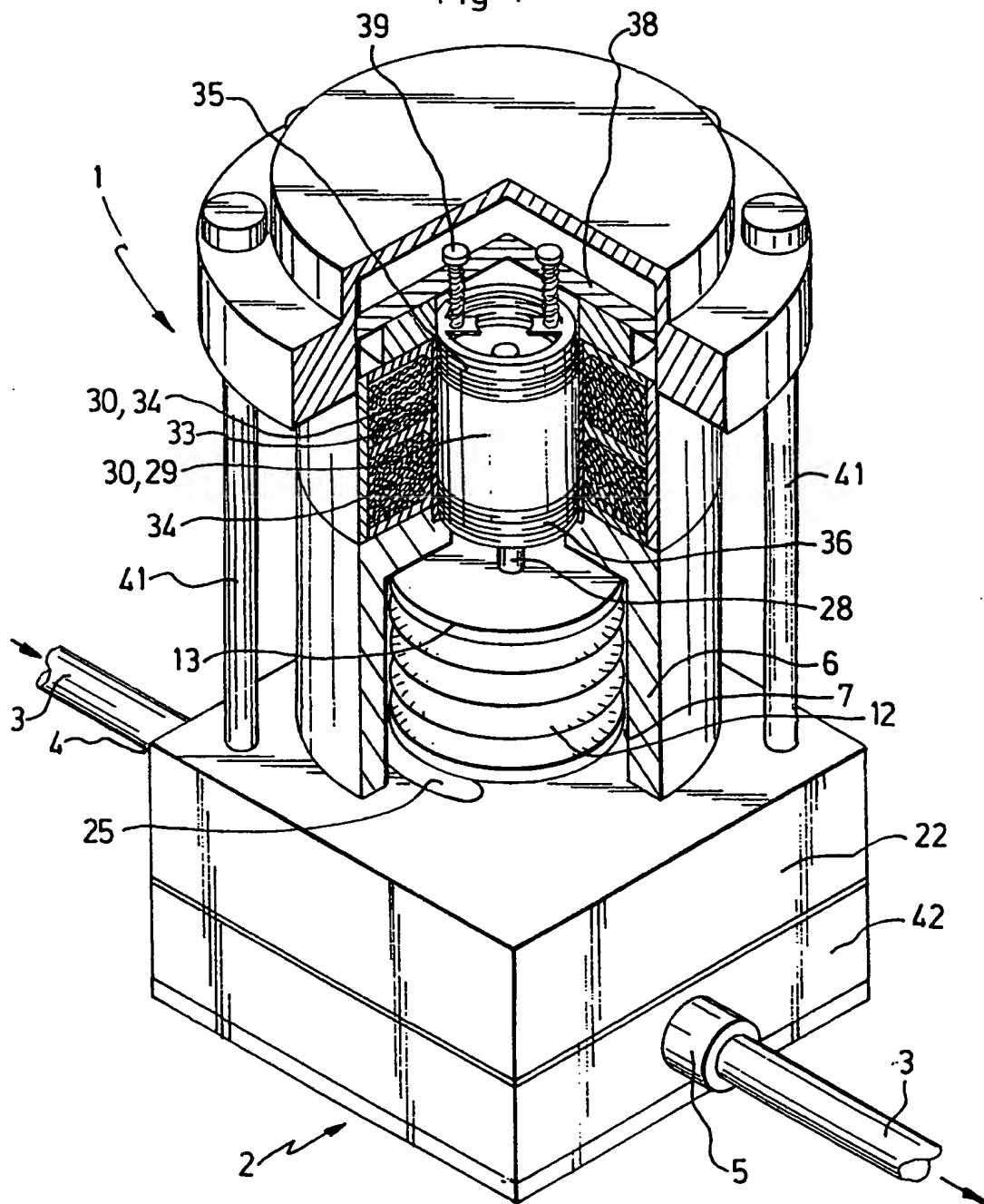
8/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que les moyens (30) moteurs sont adaptés pour commander l'organe (12) de pompage à une fréquence comprise entre 1 Hz et 50 Hz, notamment entre 1 Hz et 10 Hz.

9/ - Dispositif de contrôle thermique des composants d'un

système spatial, tel qu'un satellite ou une station spatiale, comprenant une boucle de liquide caloporteur diphasique et au moins une pompe conforme à l'une des revendications précédentes.

1/7

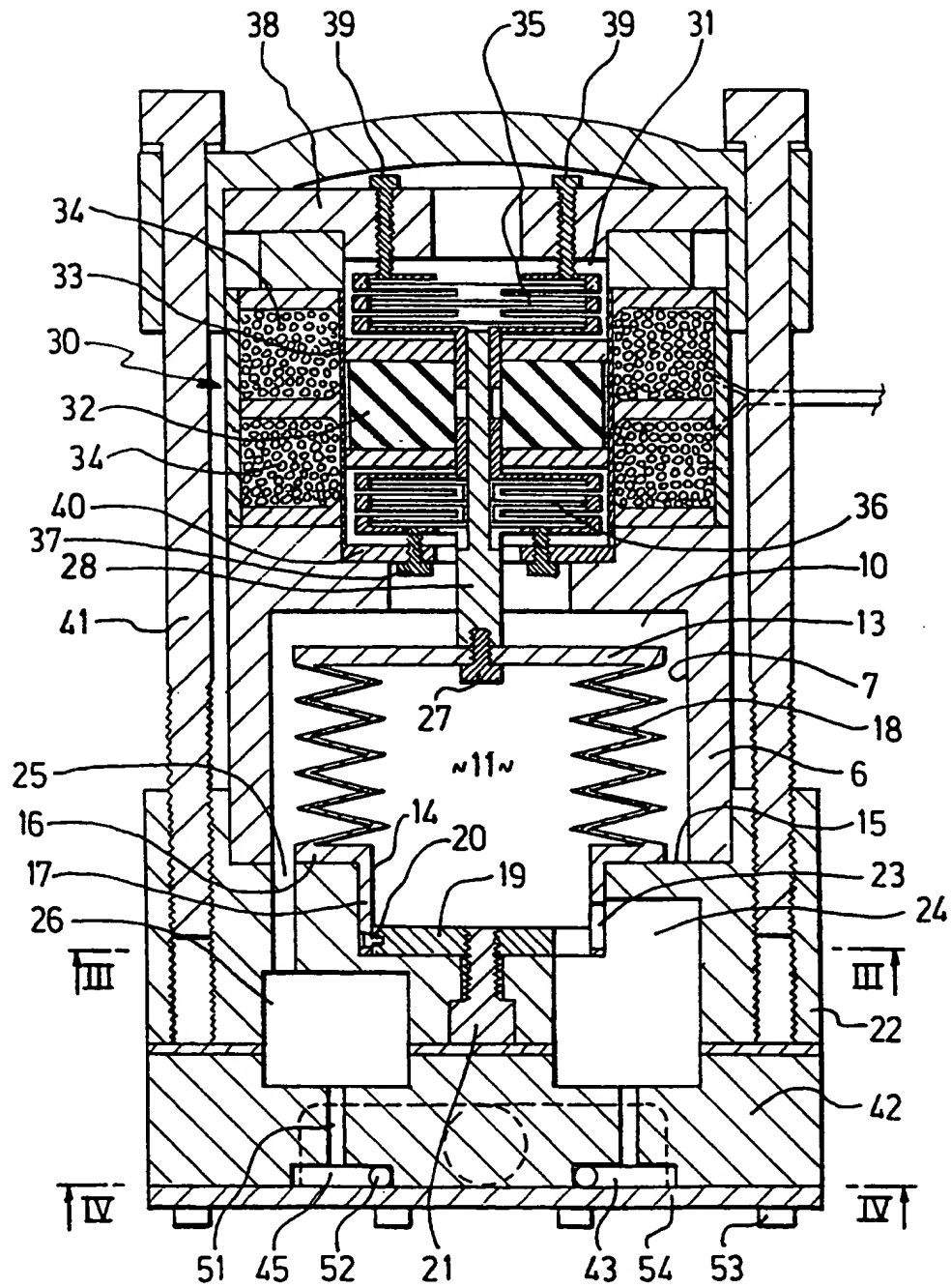
Fig 1





2/7

Fig 2



3/7

Fig 3

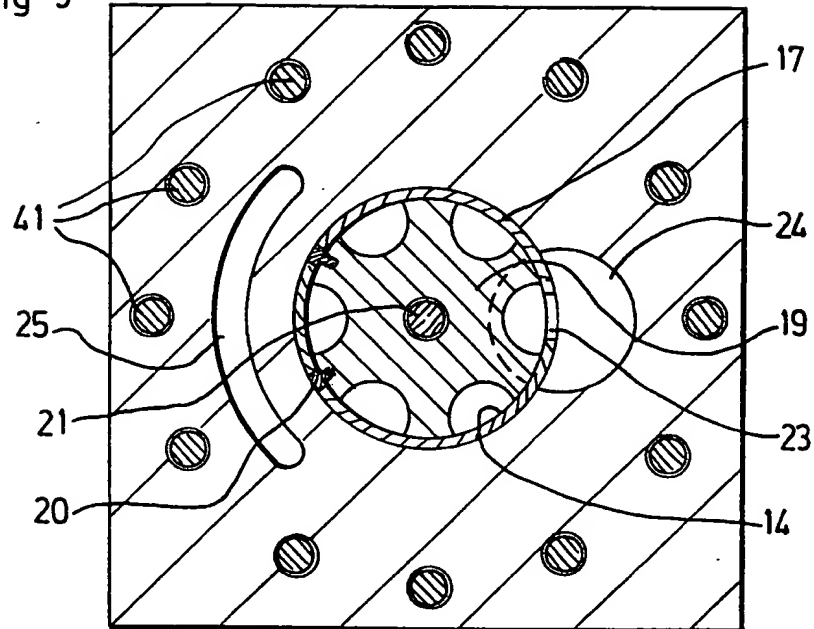
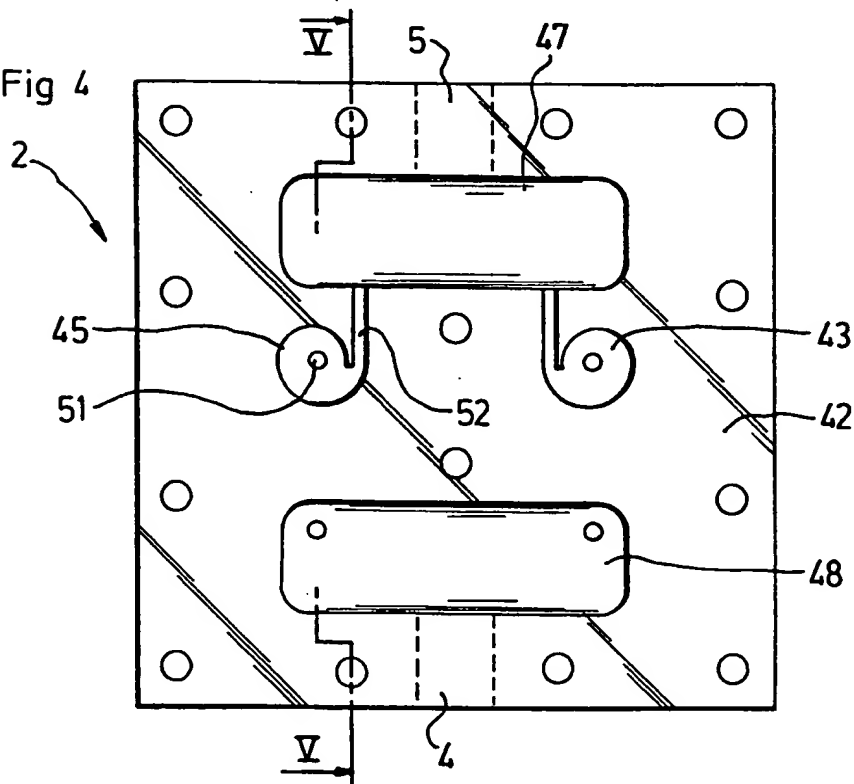


Fig 4



4/7

Fig 5

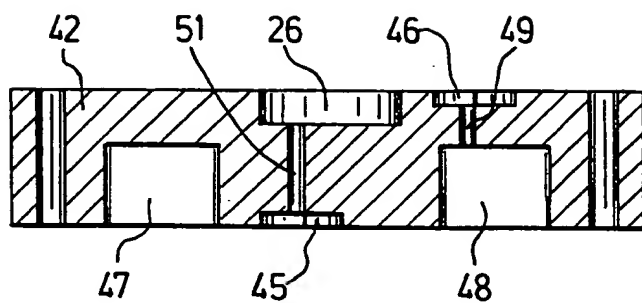
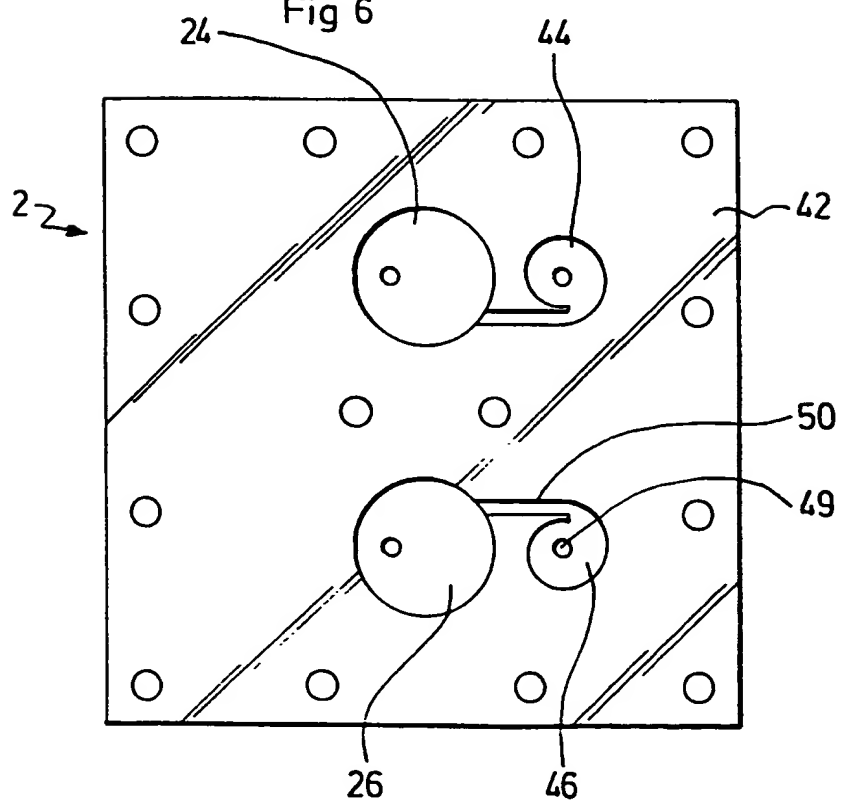
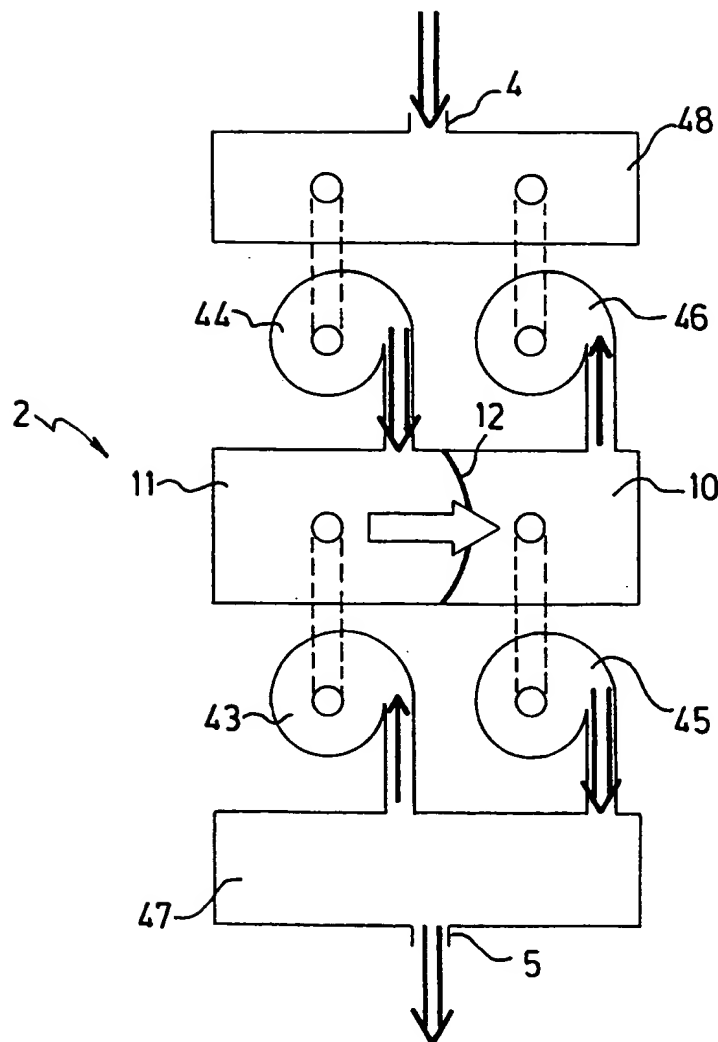


Fig 6



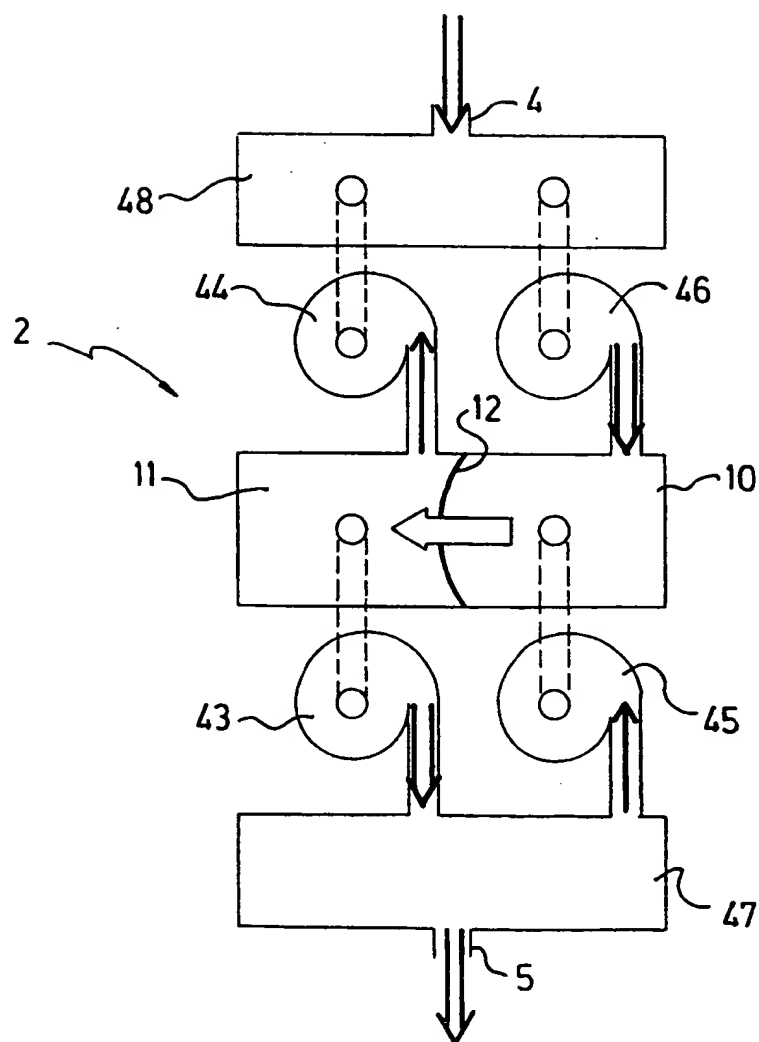
5/7

Fig 7



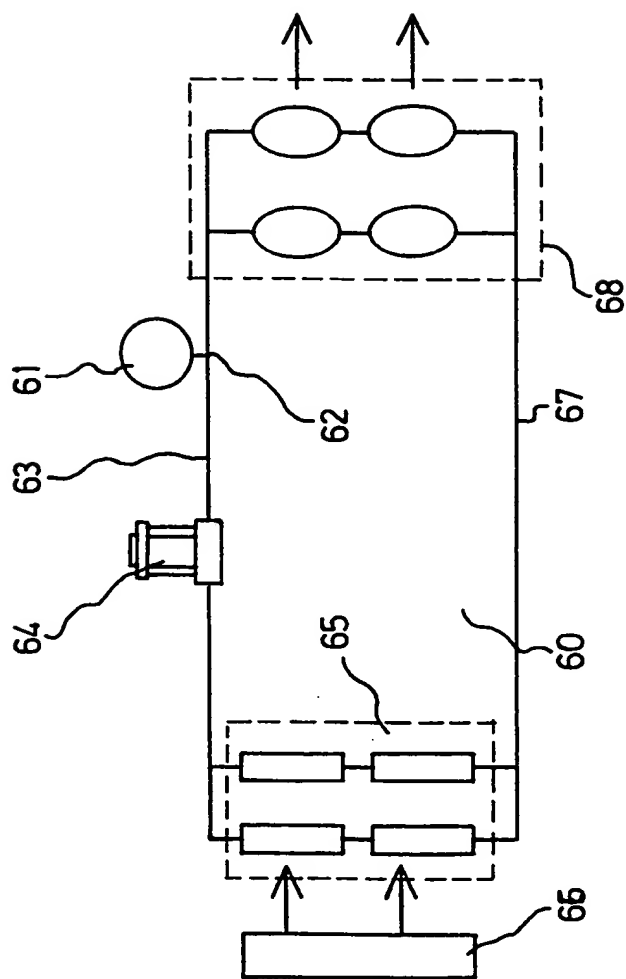
6/7

Fig 8



7/7

Fig 9



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 98/02722

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 F04B43/09 F04B53/10 B64G1/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F04B B64G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 421 464 A (SCHMIDT KURT ET AL) 20 December 1983 see column 4, line 22 - column 5, line 9; figure 2	1
A	US 3 657 930 A (JACOBSON OSCAR D) 25 April 1972 see column 6, line 35 - column 7, line 55; figures 1,6-9	1,9
A	US 2 797 646 A (POMYKATA) 2 July 1957 see column 2, line 9 - column 4, line 12; figures 1,3	1,3,4,6
A	US 4 585 397 A (CRAWFORD ROY P ET AL) 29 April 1986 see column 2, line 26 - column 3, line 43; figures 1,3	1-3
	-/-	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 March 1999

Date of mailing of the international search report

09/03/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bertrand, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 98/02722

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 3 508 848 A (SCHMIDLIN ALBERTUS E)  28 April 1970  see column 1, line 63 - column 2, line 71;  figures 1,2</p>	1,6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/02722

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4421464 A	20-12-1983	DE 2915199 B FR 2453998 A GB 2053371 A,B GB 2050502 A,B	21-08-1980 07-11-1980 04-02-1981 07-01-1981
US 3657930 A	25-04-1972	NONE	
US 2797646 A	02-07-1957	NONE	
US 4585397 A	29-04-1986	CA 1263274 A EP 0207617 A JP 61291787 A	28-11-1989 07-01-1987 22-12-1986
US 3508848 A	28-04-1970	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema .internationale No

PCT/FR 98/02722

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> CIB 6 F04B43/09 F04B53/10 B64G1/50		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 6 F04B B64G		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 421 464 A (SCHMIDT KURT ET AL) 20 décembre 1983 voir colonne 4, ligne 22 - colonne 5, ligne 9; figure 2 ---	1
A	US 3 657 930 A (JACOBSON OSCAR D) 25 avril 1972 voir colonne 6, ligne 35 - colonne 7, ligne 55; figures 1,6-9 ---	1,9
A	US 2 797 646 A (POMYKATA) 2 juillet 1957 voir colonne 2, ligne 9 - colonne 4, ligne 12; figures 1,3 ---	1,3,4,6
A	US 4 585 397 A (CRAWFORD ROY P ET AL) 29 avril 1986 voir colonne 2, ligne 26 - colonne 3, ligne 43; figures 1,3 ---	1-3
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cite pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "Z" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  2 mars 1999		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  09/03/1999
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Bertrand, G

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Devisé Internationale No

PCT/FR 98/02722

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 3 508 848 A (SCHMIDLIN ALBERTUS E)  28 avril 1970  voir colonne 1, ligne 63 - colonne 2,  ligne 71; figures 1,2</p>	1,6

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dema internationale No

PCT/FR 98/02722

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4421464 A	20-12-1983	DE 2915199 B FR 2453998 A GB 2053371 A,B GB 2050502 A,B	21-08-1980 07-11-1980 04-02-1981 07-01-1981
US 3657930 A	25-04-1972	AUCUN	
US 2797646 A	02-07-1957	AUCUN	
US 4585397 A	29-04-1986	CA 1263274 A EP 0207617 A JP 61291787 A	28-11-1989 07-01-1987 22-12-1986
US 3508848 A	28-04-1970	AUCUN	